

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
”ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”**

**Побудова об’ємної моделі  
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни  
”Геометричне моделювання в конструюванні  
технічних об’єктів”  
для студентів спеціальностей «Комп’ютерні науки»**

Харків 2019

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**”ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”**

**Побудова об’ємної моделі**  
**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни  
**”Геометричне моделювання в конструюванні**  
**технічних об’єктів”**  
для студентів спеціальностей «Комп’ютерні науки»

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 3 від 10.10.18 р.

Харків  
НТУ ”ХП”  
2019

Побудова об'ємної моделі. Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни "Геометричне моделювання в конструюванні технічних об'єктів" для студентів спеціальностей «Комп'ютерні науки» / Упоряд. В.О. Бережний, Є.М. Сівак, М.В. Матюшенко – Харків: НТУ "ХПІ", 2019 – 40 с.

Укладачі: В.О. Бережний,  
Є.М. Сівак  
М.В. Матюшенко

Рецензент О.Ю. Ніцин

Кафедра геометричного моделювання та комп'ютерної графіки

## ВСТУП

Головним компонентом конструкторських систем є система тривимірного твердотільного моделювання. Система тривимірного твердотільного моделювання призначена для створення об'ємних тривимірних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи.

Сучасні конструкторські системи (КОМПАС-3D, SolidWorks, AutoCad, Inventor, T-Flex) мають у своєму розпорядженні досить широкі можливості створення тривимірних моделей найскладніших конструкцій. Чисельні сервісні функції полегшують рішення допоміжних завдань проектування. Використовуючи наочні методи створення об'ємних елементів, конструктор оперує простими і чіткими поняттями: основа, бобишка, ребро жорсткості, отвір, фаска, оболонка. Причому процес моделювання аналогічний технологічному процесу виготовлення виробу. Конструкторські 3D-системи мають у своєму розпорядженні потужні засоби редагування моделі. Це дає можливість швидко вносити зміни в проект, створювати різні варіанти окремих деталей і всього виробу в цілому. Тривимірна модель є набагато більш наочним поданням виробу, ніж її плоске креслення.

Дані методичні вказівки мають на меті надати допомогу студентам в засвоєнні основних можливостей графічних пакетів та набутті навичок роботи в 3D середовищах різних конструкторських систем. Розглядаються типові прийоми роботи в тривимірному твердотільному моделюванні та наводяться індивідуальні завдання та приклади їх виконання у вигляді лабораторних робіт.

## **1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ МОДЕЛІ**

Для створення твердотільної об'ємної моделі застосовується переміщення або обертання плоских контурів. Плоский контур, в результаті переміщення якого утворюється об'ємне тіло – модель, є проекцією основи моделі або її елемента на площину проекцій або на грань моделі. Переміщення контуру прийнято називати операцією. Операції мають додаткові можливості, що дозволяють змінювати параметри побудови, а отже, і саму модель. У контур можна скопіювати зображення з раніше створеного креслення або фрагмента. Є також набір типових інструментів формоутворення, відповідних поширених видів обробки: створення фасок, закруглень, нахилів і т.д.

Створення об'ємної моделі починається з побудови плоского контуру (ескізу), на одній зі стандартних площин проекцій. Є ряд вимог до побудови плоского контуру: контур завжди відображається основним стилем лінії; контури, що становлять креслення основи моделі, не повинні перетинатися і не повинні мати спільні точки; якщо контурів кілька, то один з них повинен бути зовнішнім, а інші – вкладеними в нього; допускається тільки один рівень вкладеності контурів.

Під моделлю розуміється сукупність відомостей, які визначають його форму. Двовимірні моделі (2D) дозволяють формувати і змінювати креслення, а тривимірні моделі (3D) служать для подання виробу в просторі.

Об'ємні (твердотільні) моделі формуються з елементарних об'єктів з використанням логічних операцій. Для таких моделей можна побудувати креслення, розрахувати їх масові та інерційні характеристики. Об'ємні моделі є складовими, і їх уявлення зберігається у вигляді ієрархічної структури.

Загальноприйнятим порядком моделювання твердого тіла є послідовне виконання однієї з трьох логічних операцій (об'єднання, віднімання і перетинання) над об'ємними елементами.

Отримання об'ємних елементів, над якими виконуються вказані вище операції, здійснюється кінематичним способом. При цьому в результаті переміщення плоскої фігури в просторі уздовж деякої направляючої залишається слід, який і визначає форму елемента. Отримана в результаті поверхня деталі обмежує деякий обсяг. Створений елементарний орієнтований обсяг і є найпростішою твердотільною геометричною моделлю.

## 2. ОСНОВНІ ГЕОМЕТРИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

Найважливішими геометричними елементами тіл, створюваних в конструкторських 3D системах, є:

**Основа деталі** – об'ємне тіло, створюване першим. Вибір основи деталі важливий для того, щоб найкоротшим і найбільш простим шляхом отримати модель деталі.

**Ескіз** – плоска фігура, з якої утворюється об'ємне тіло. Виконанню будь-якої формотворчої операції передують створення плоского ескізу, над яким і виконується операція. На ескізі за певними правилами будується контур, який в подальшому процесі формоутворення є головним. Ескіз може розташовуватися в одній з ортогональних площин координат, на плоскій грані існуючого тіла або в допоміжній площині, заданій користувачем.

**Операція** – формотвірне переміщення ескізу називається операцією. *Видавлювання* – переміщення ескізу в напрямку, перпендикулярному площині ескізу. *Обертання* – переміщення ескізу навколо осі, що лежить в площині ескізу. *Кінематична операція* – переміщення ескізу уздовж зазначеної направляючої. Побудова тіла *по перетину* ескізу – переміщення змінювального ескізу. Кожна операція має додаткові опції, що дозволяють варіювати правила побудови тіла.

**Допоміжні побудови.** Для розширення можливостей створення моделі застосовуються допоміжні побудови. Якщо існуючих в моделі граней, ребер і площин проєкцій недостатньо для побудови можна створити допоміжні площини і осі, задавши їх положення одним з передбачених системою способів.

### **3. ПОРЯДОК ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Завдання пропонується виконувати у такій послідовності:

1. Отримати лист із завданням побудови об'ємної модель деталі;
2. Вивчити деталь, виділити базові геометричні тіла, з яких складається 3D деталь; визначити основу деталі, яка є головною при формоутворенні деталі.
3. Вибрати ортогональну площину проєкцій та створити на ній ескіз; виконати в ескізі побудову плоского контуру основи деталі; та за допомогою 3D операції виконати її побудову.
4. За необхідності виділити інші геометричні тіла та вибравши необхідні площини виконати ескізи елементів деталі та їх 3D побудову.
5. Показати об'ємну модель деталі викладачеві і захистити її. Для перевірки надаються об'ємні моделі деталей в електронному та друкованому вигляді на форматі A4(210×297).

Виконати побудову 3D моделі деталі по її аксонометричному зображенню. Варіанти завдань наведені у додатках 1, 2, 3 відповідно до номера прізвища студента у журналі. Роботу необхідно починати з аналізу об'ємної моделі деталі відповідно до свого варіанта.

#### *Лабораторна робота 1 «ДЕТАЛЬ-Витискання»*

Індивідуальні завдання – додаток 1. За індивідуальним завданням потрібно в масштабі 1:1 виконати побудову об'ємної моделі деталі з елементами 3D команд Витискання. Приклад виконання моделі деталі наведено на рисунку 1 та 2.

#### *Лабораторна робота 2 «ДЕТАЛЬ-Обертання»*

Індивідуальні завдання – додаток 2. За індивідуальним завданням потрібно в масштабі 1:1 виконати побудову об'ємної моделі деталі з елементами 3D команд Обертання. Приклад виконання моделі деталі наведено на рисунку 3 та 4.

#### *Лабораторна робота 3 «ДЕТАЛЬ-Корпус»*

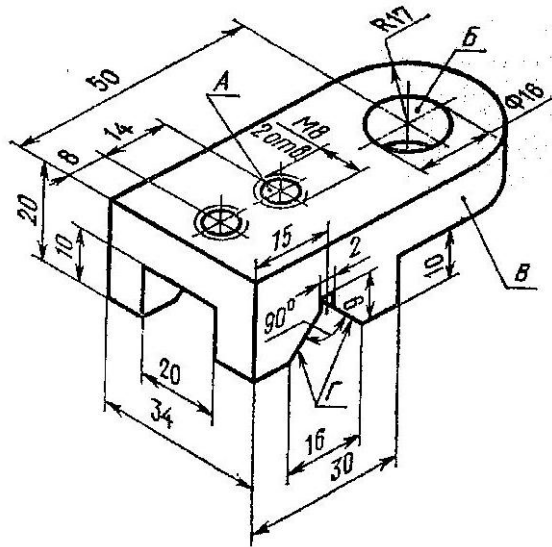
Індивідуальні завдання – додаток 3. За індивідуальним завданням потрібно в масштабі 1:1 виконати побудову об'ємної моделі деталі з елементами 3D команд Витискання та Обертання. Приклад виконання моделі деталі наведено на рисунку 5 та 6.



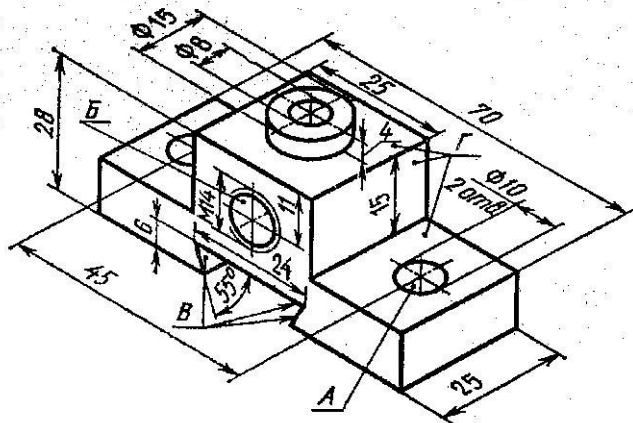
## ДОДАТКИ

Додаток 1

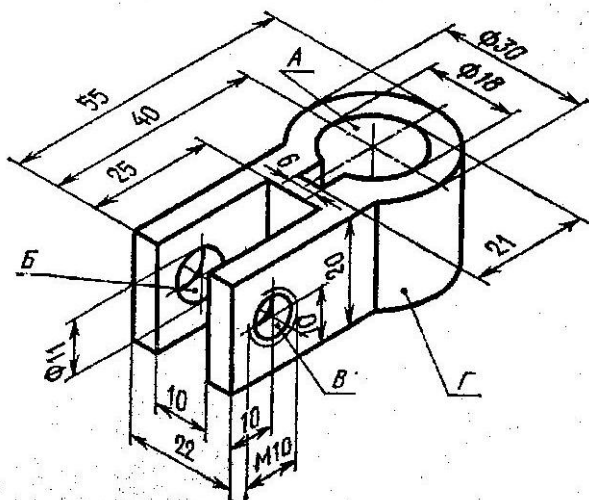
### Лабораторна робота 1 «ДЕТАЛЬ-Витискання»



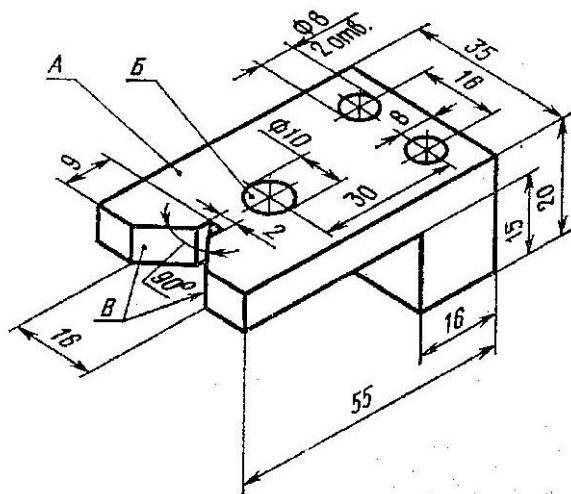
Варіант 1



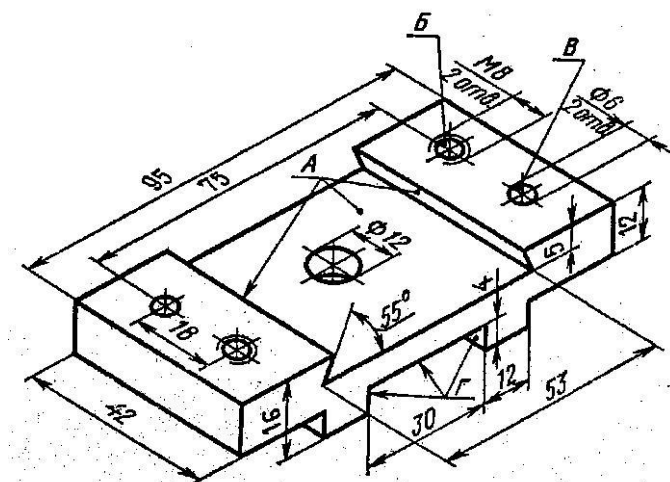
Варіант 2



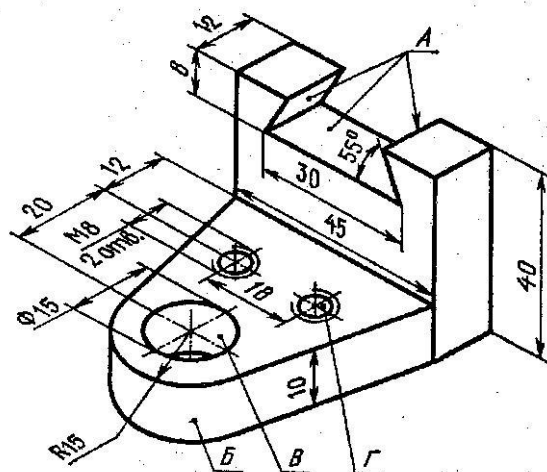
### Варіант 3



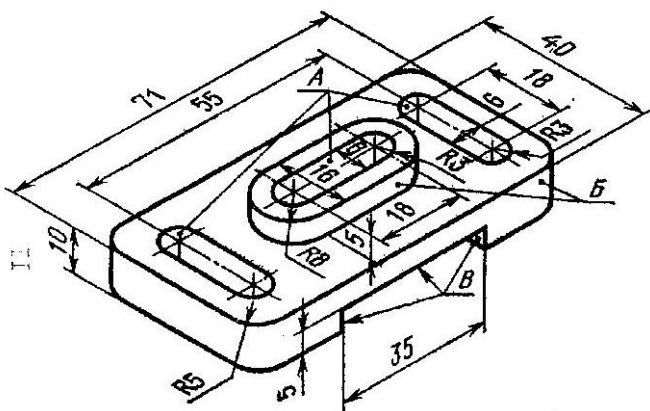
### Варіант 4



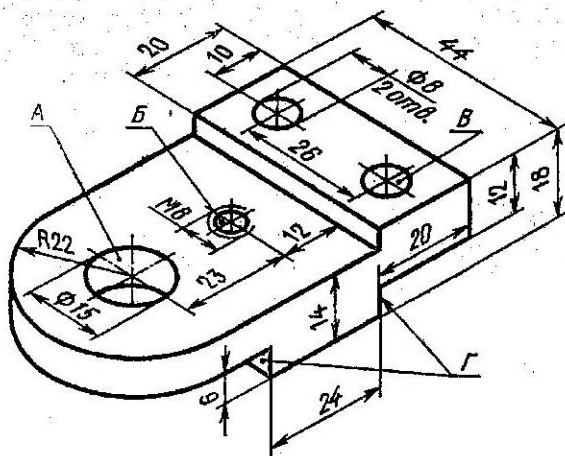
Варіант 5



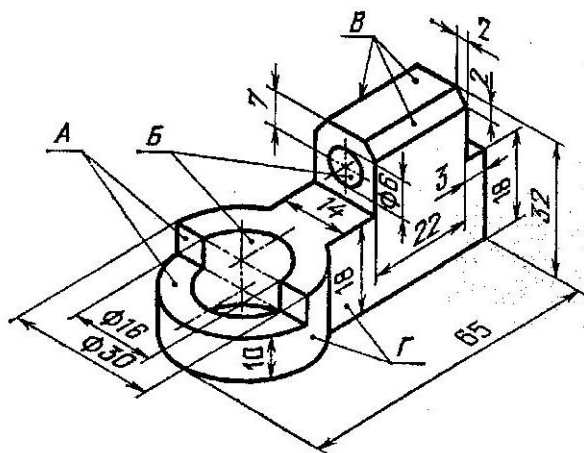
Варіант 6



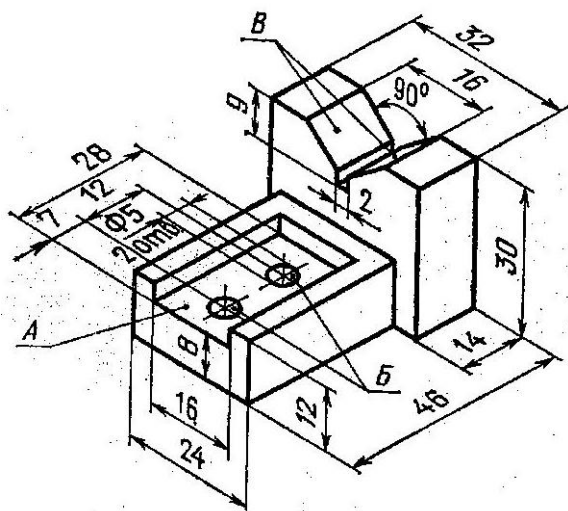
Варіант 7



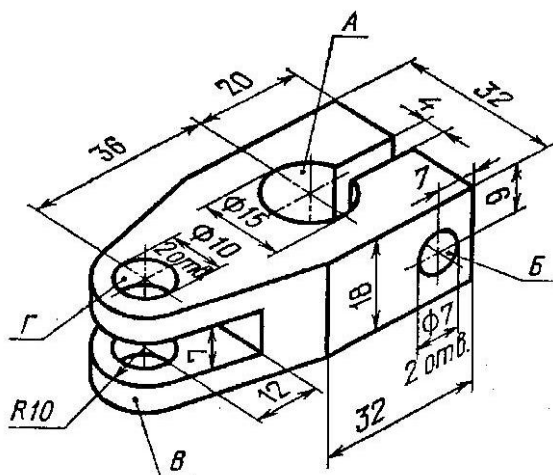
Варіант 8



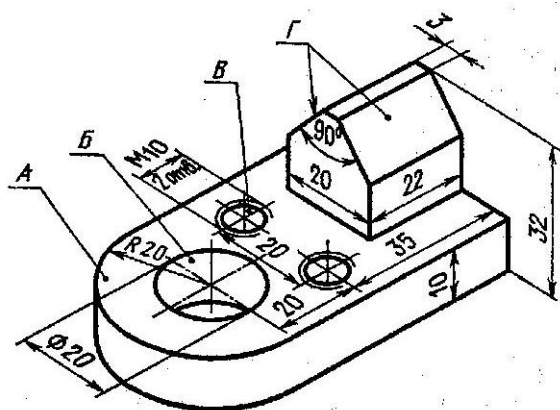
Варіант 9



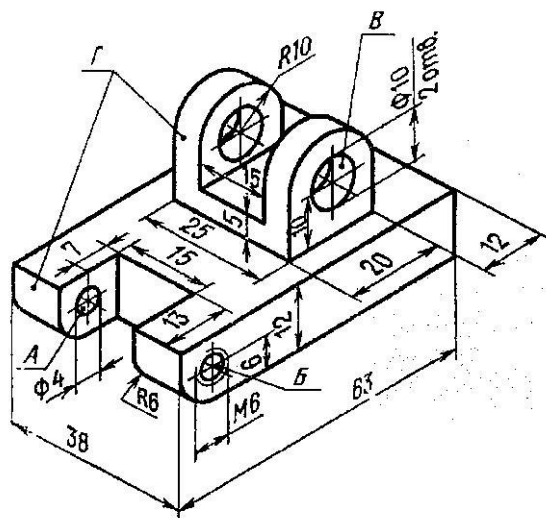
Варіант 10



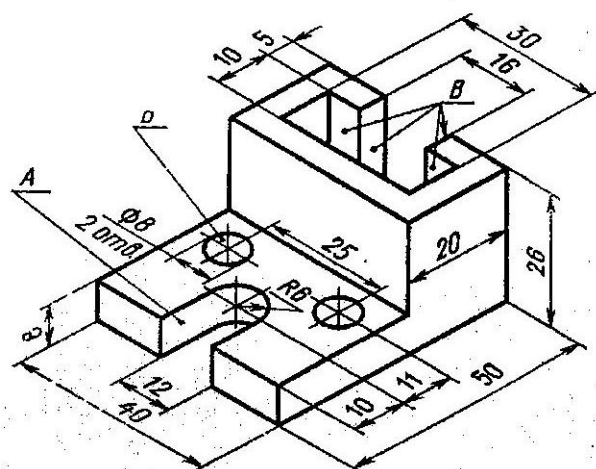
Варіант 11



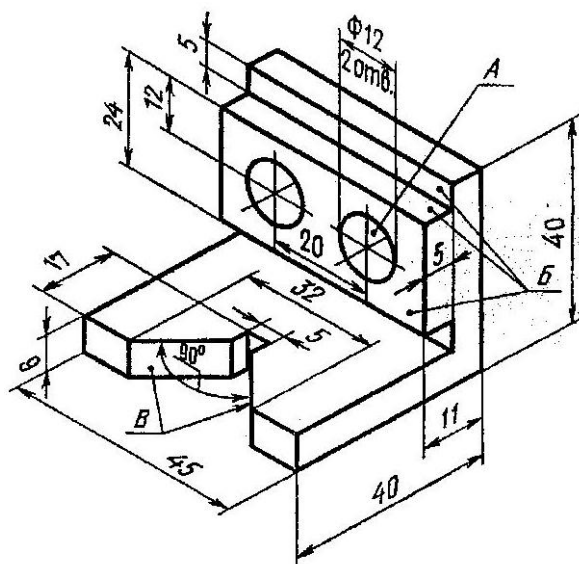
Варіант 12



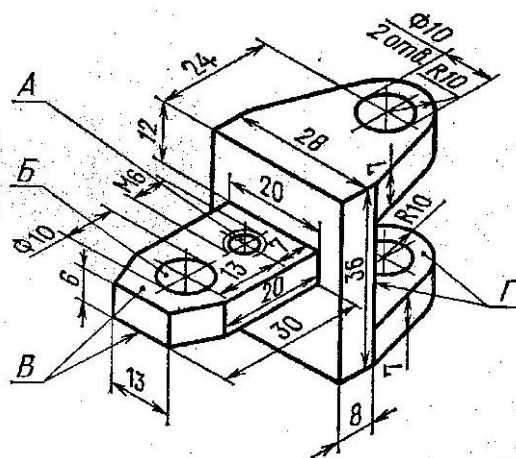
Варіант 13



Варіант 14



Варіант 15



Варіант 16



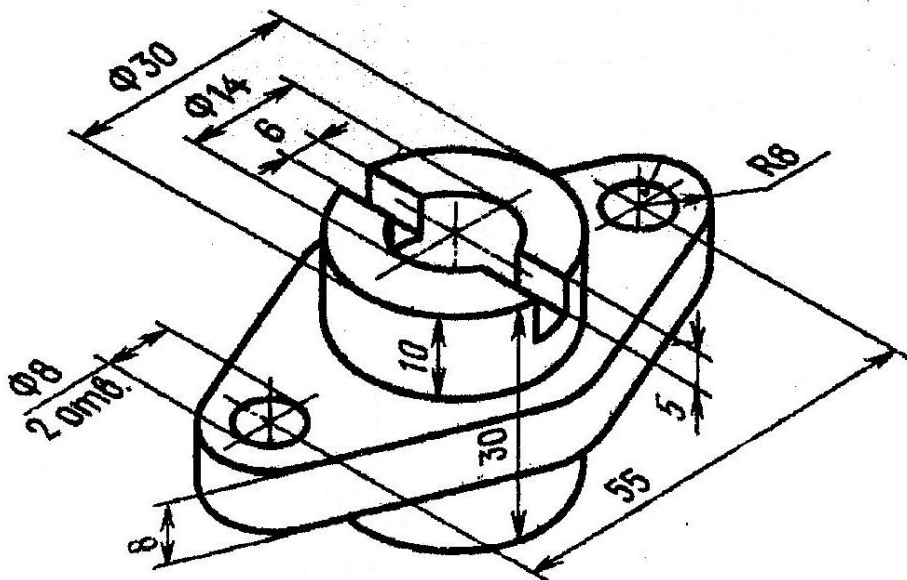
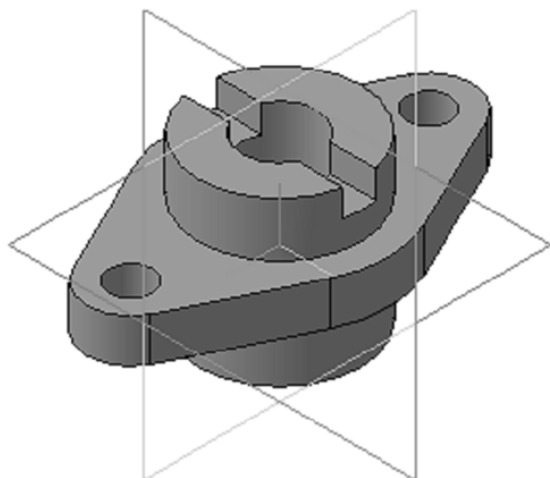


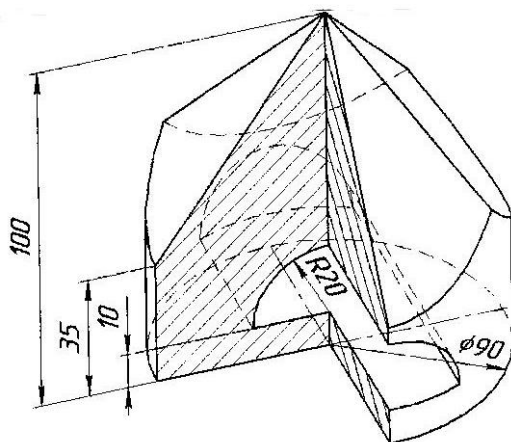
Рис. 1



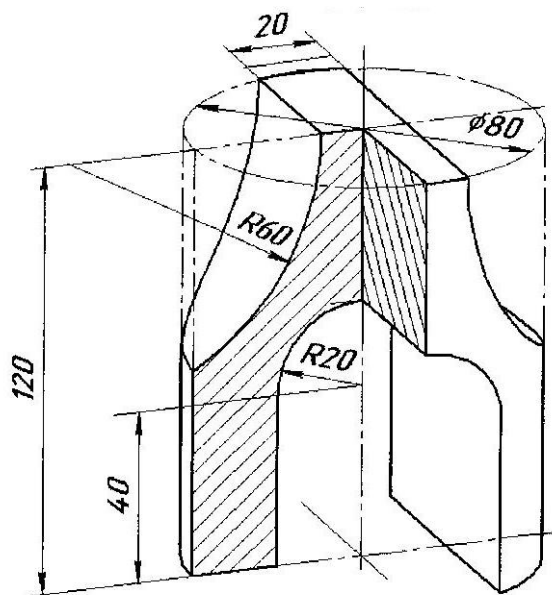
Група \_\_\_\_\_  
Студент \_\_\_\_\_

Рис. 2

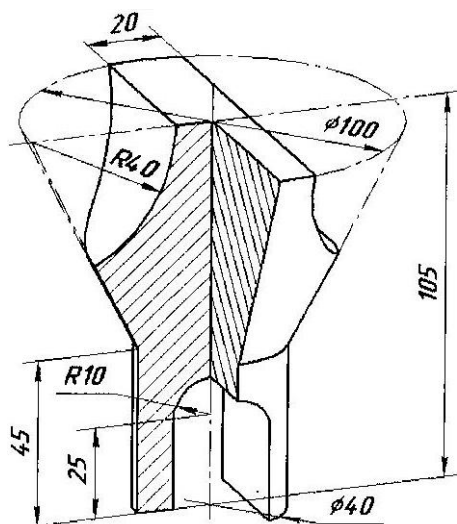
Лабораторна робота 2 «ДЕТАЛЬ-Обертання»



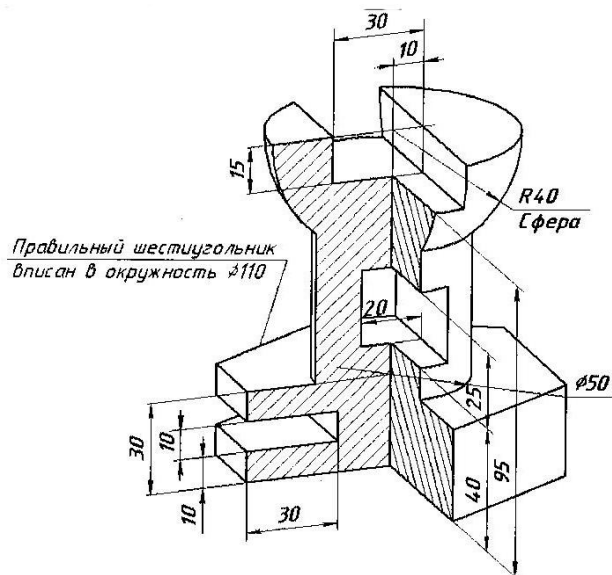
Варіант 1



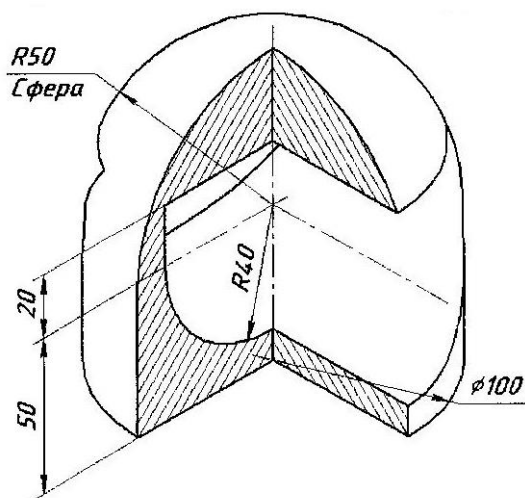
Варіант 2



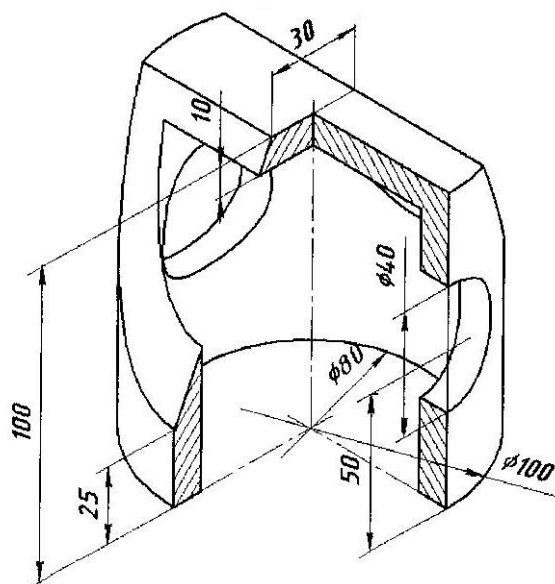
Варіант 3



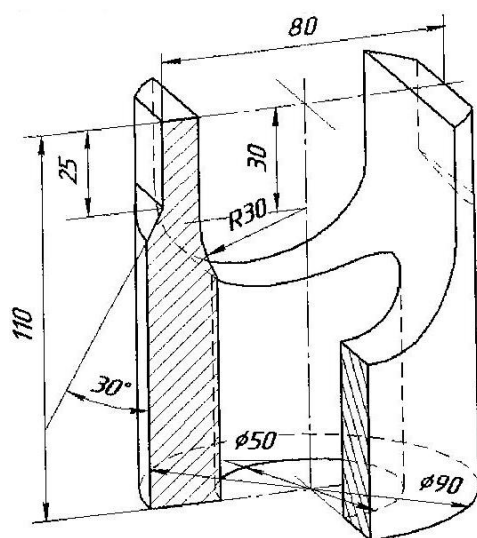
Варіант 4



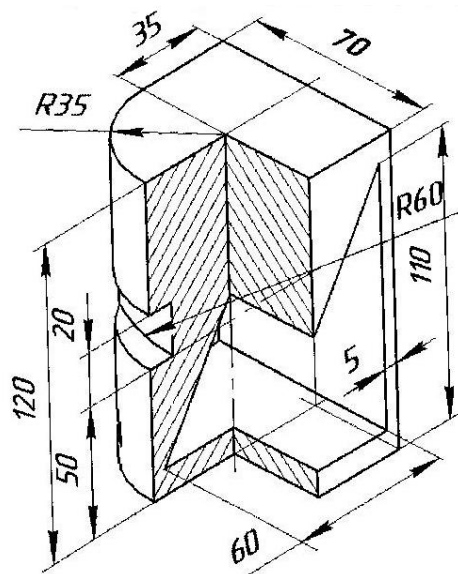
Варіант 5



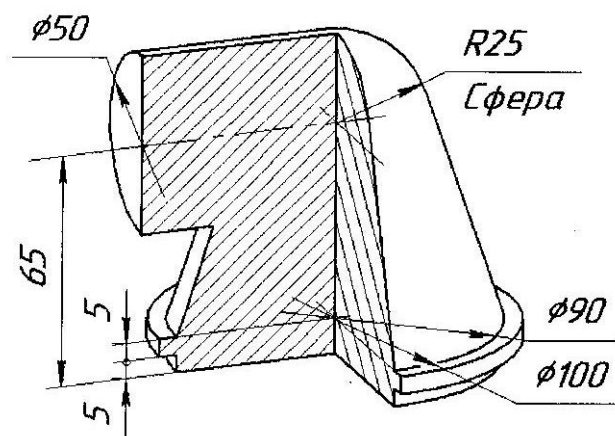
Варіант 6



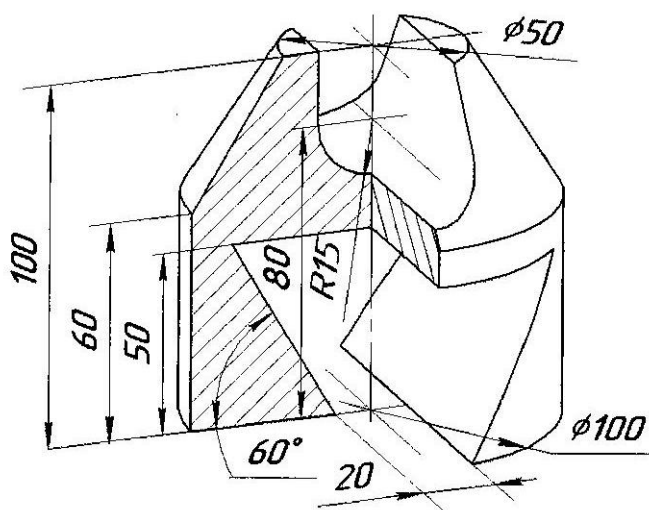
Варіант 7



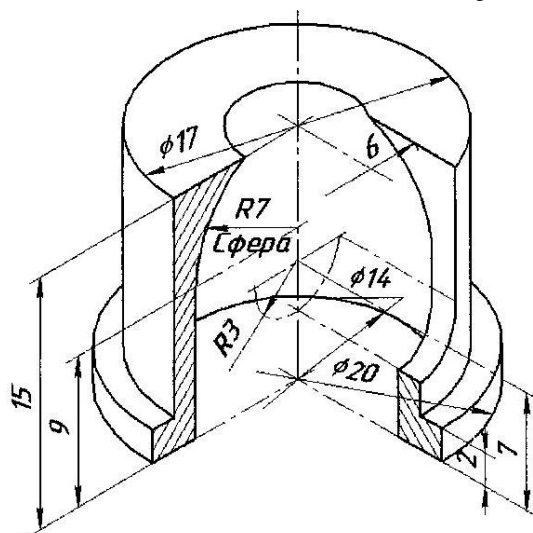
Варіант 8



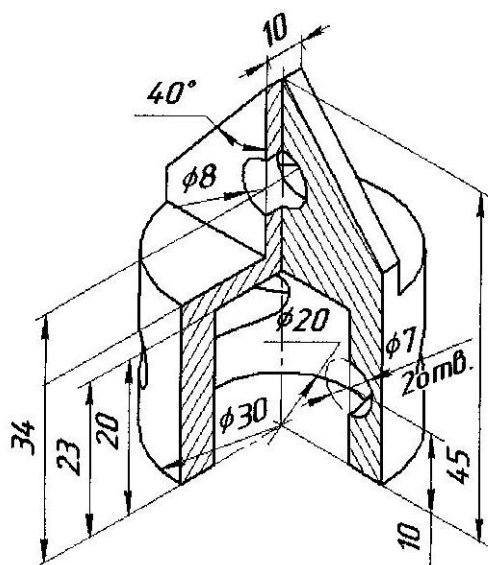
Варіант 9



Варіант 10

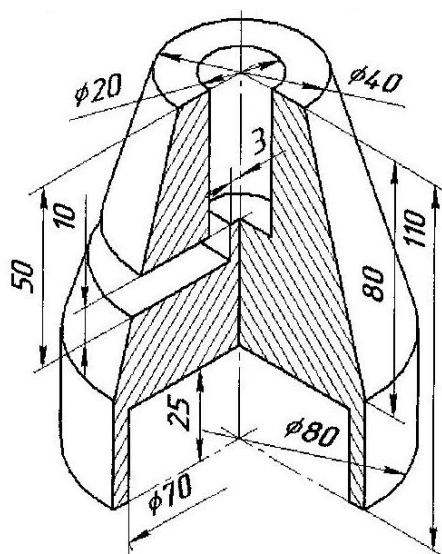


Варіант 11

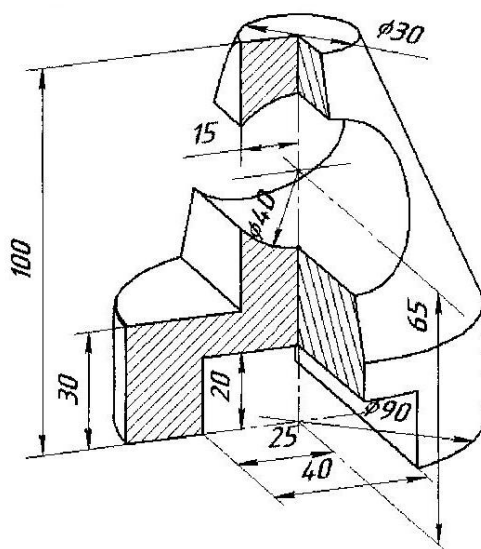


Варіант 12

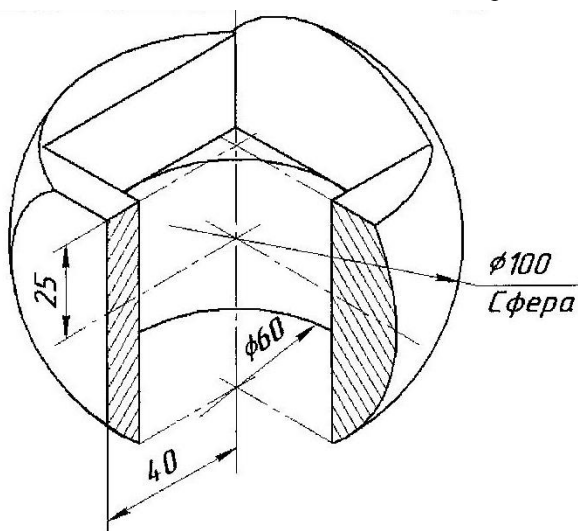




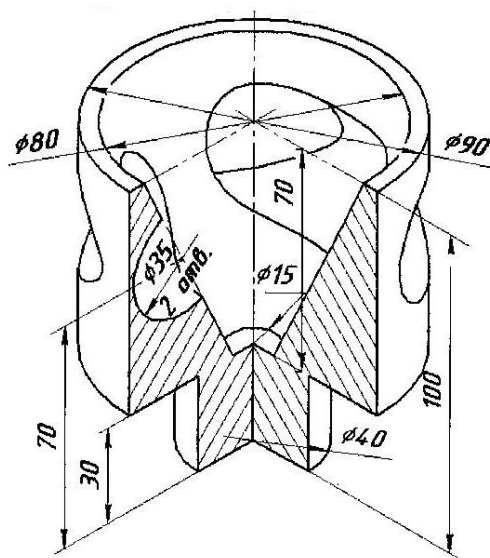
Варіант 13



Варіант 14



Варіант 15



Варіант 16

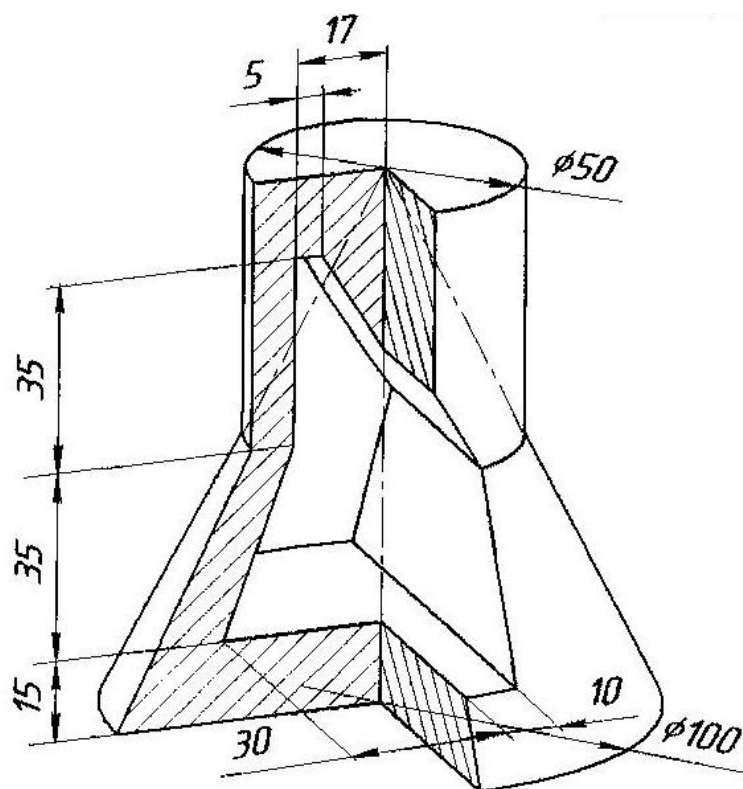
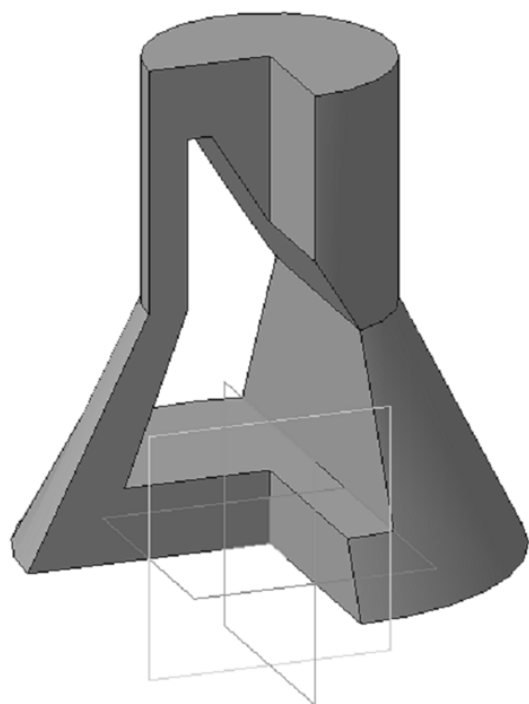


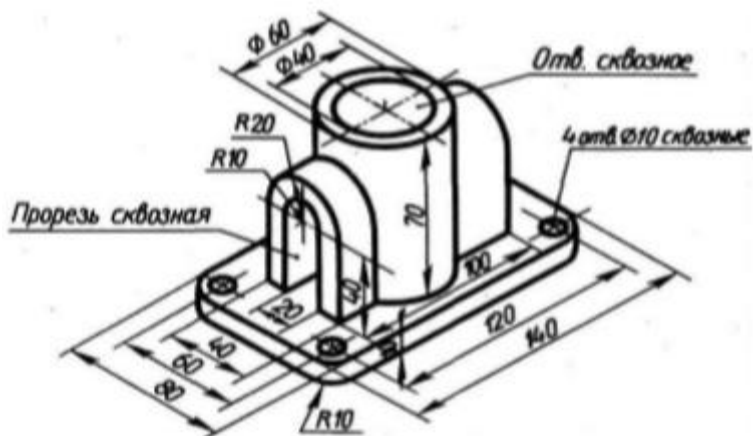
Рис. 3



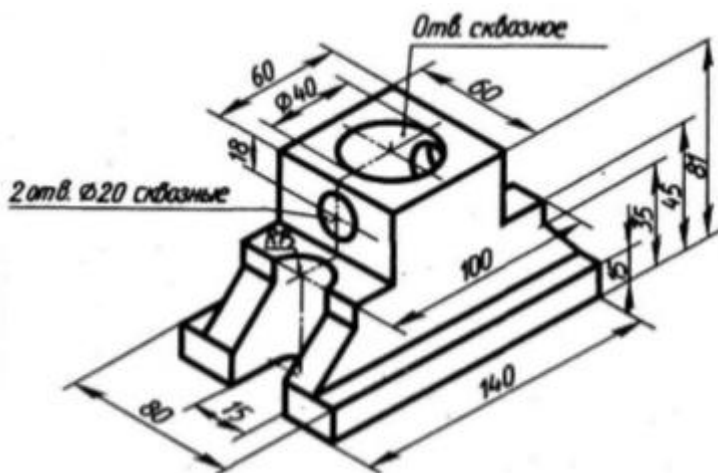
Група \_\_\_\_\_  
Студент \_\_\_\_\_

Рис. 4

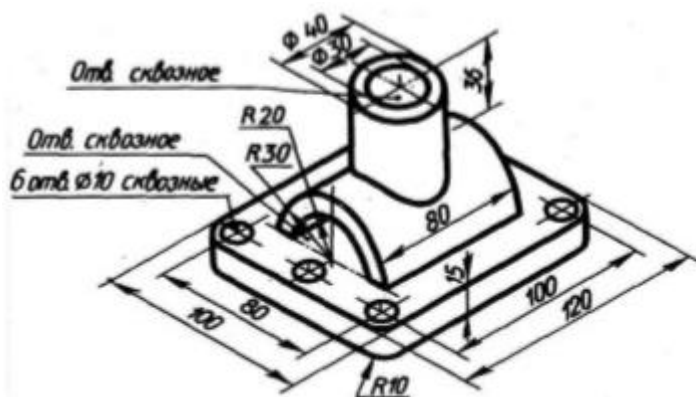
Лабораторна робота 3 «ДЕТАЛЬ-Корпус»



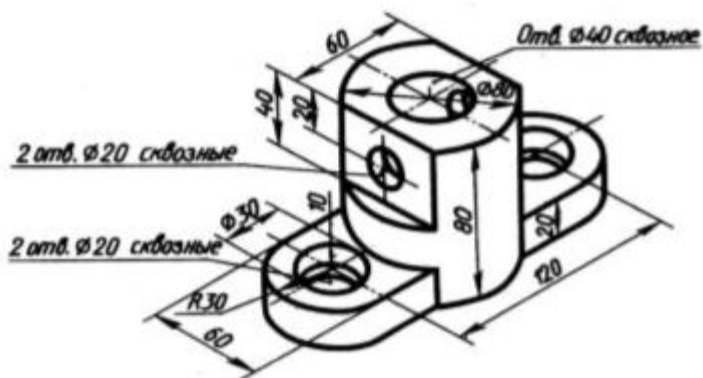
Варіант 1



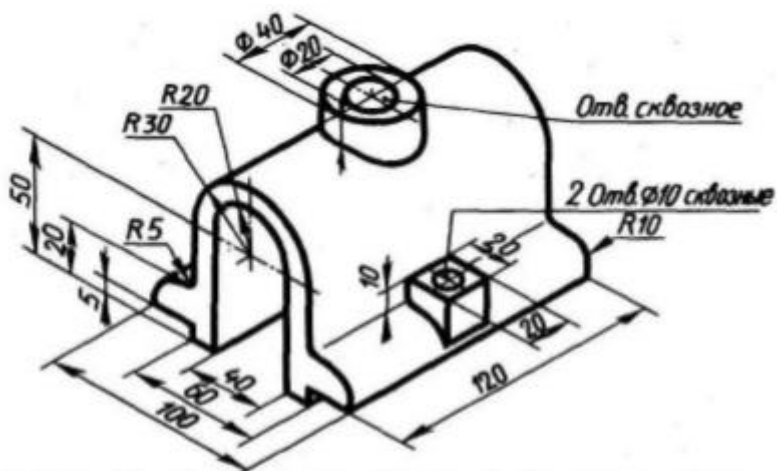
Варіант 2



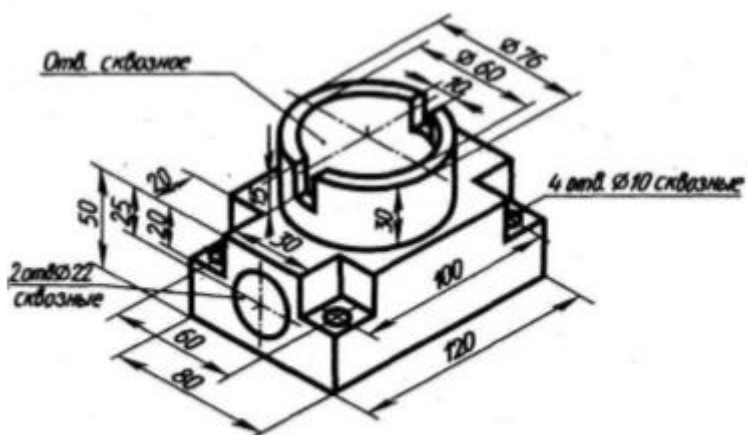
Варіант 3



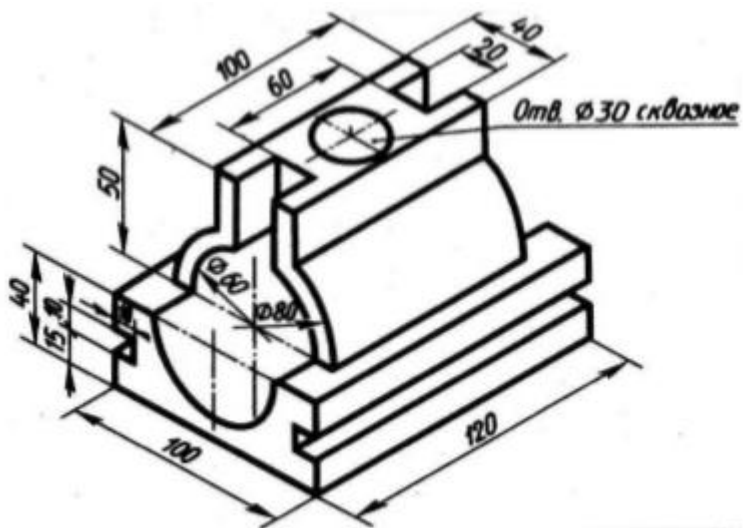
Варіант 4



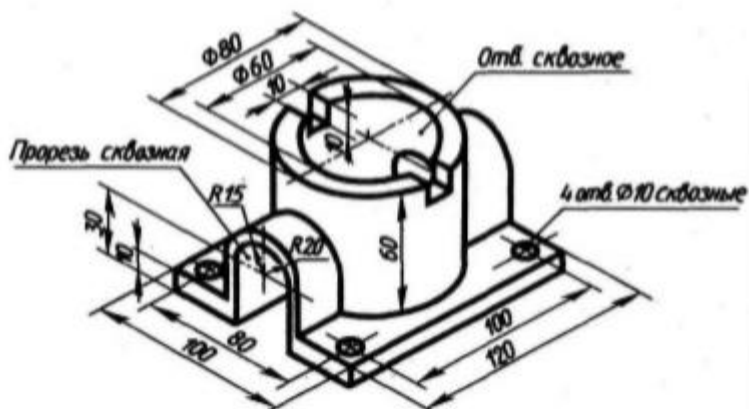
Варіант 5



Варіант 6

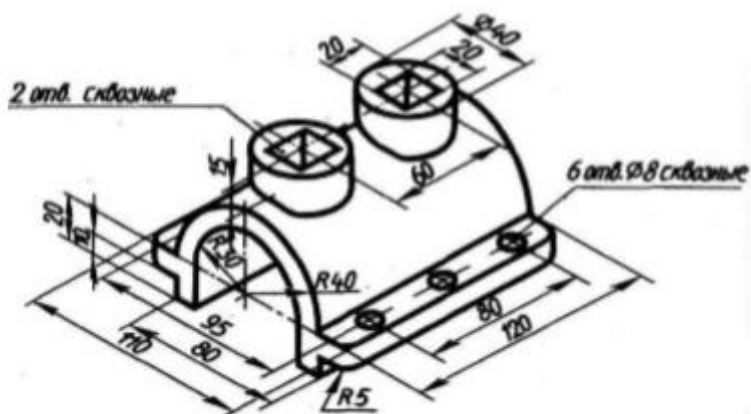


Варіант 7

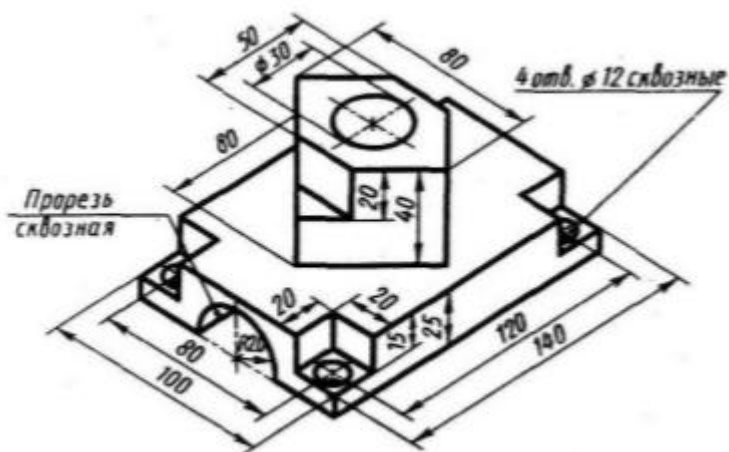


Варіант 8

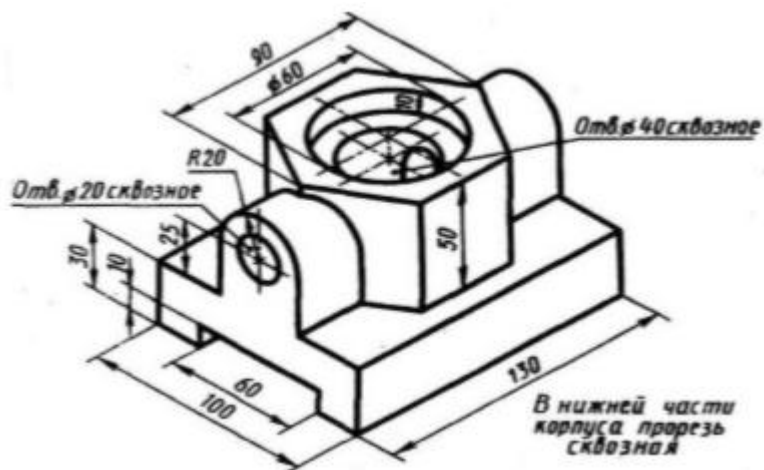




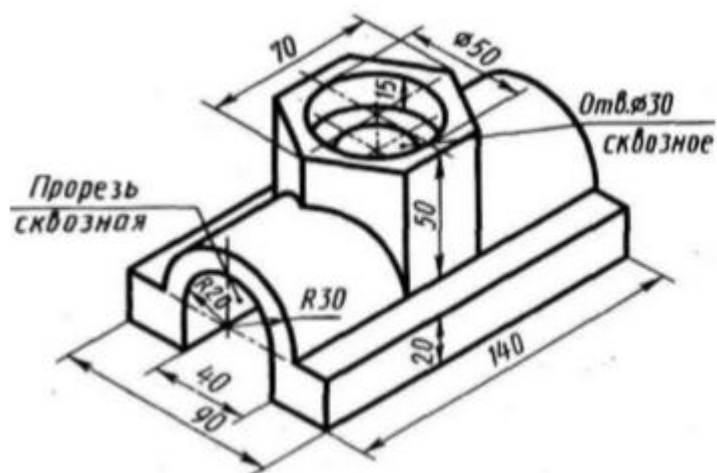
Варіант 9



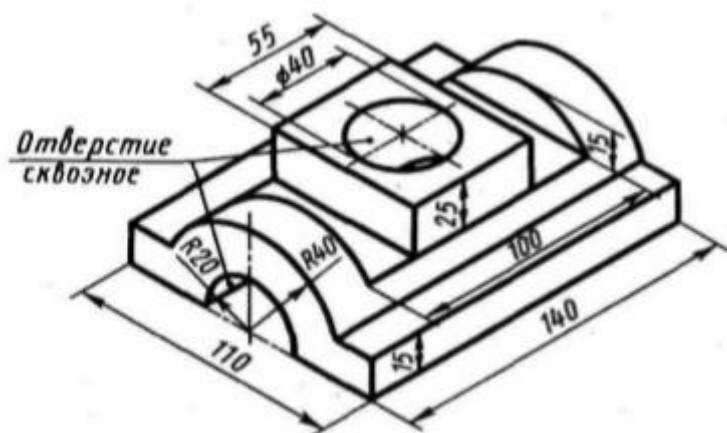
Варіант 10



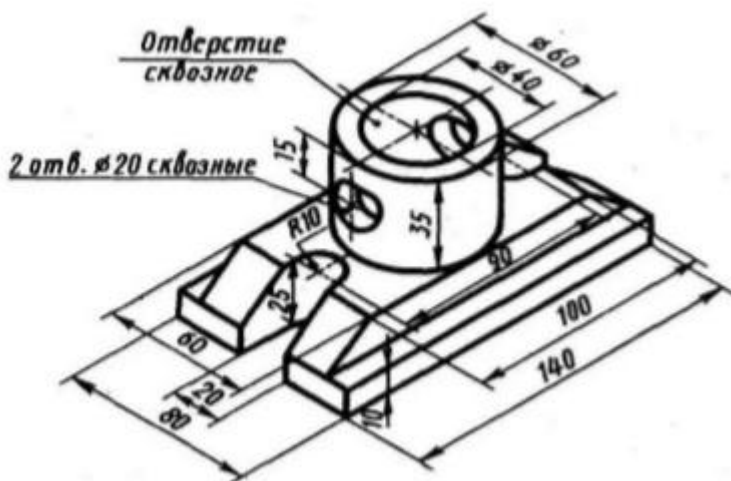
Вариант 11



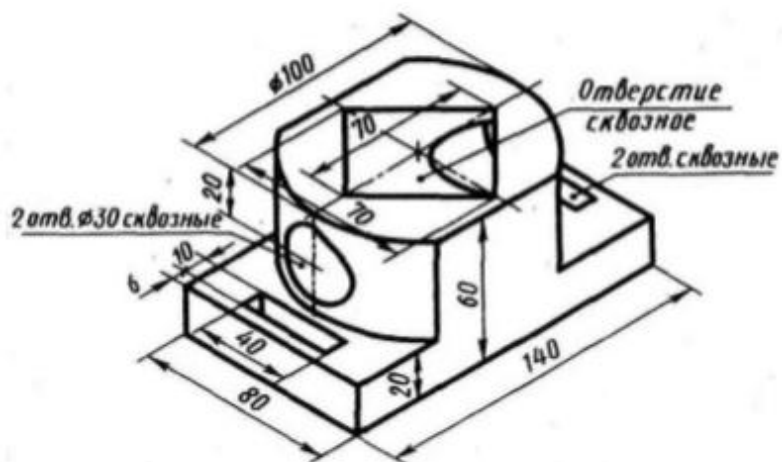
Вариант 12



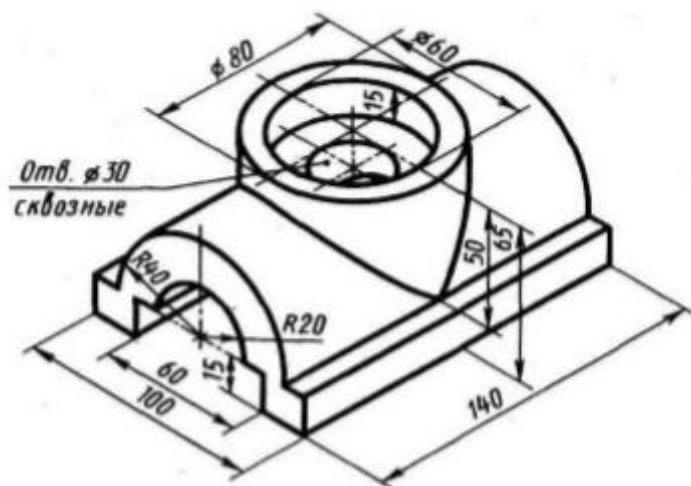
Варіант 13



Варіант 14



Варіант 15



Варіант 16

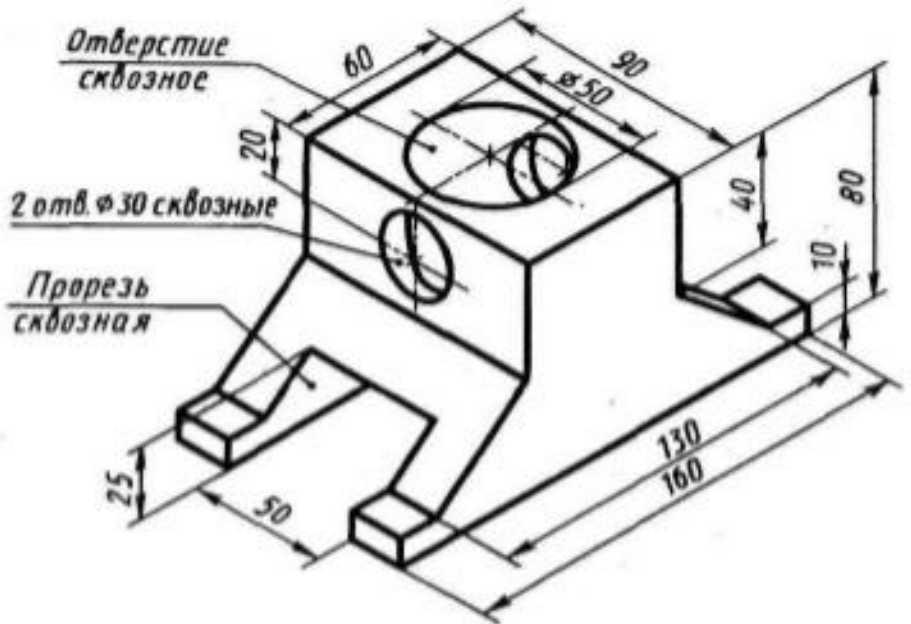
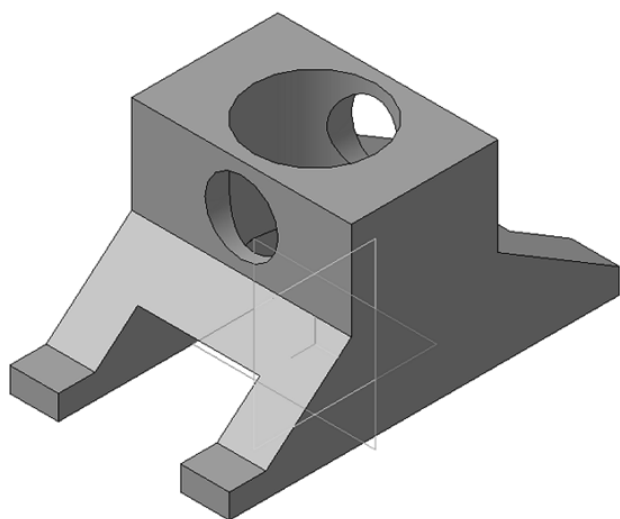


Рис. 5



Група \_\_\_\_\_  
Студент \_\_\_\_\_

Рис. 6

### Список літератури

1. Серeda I.B. Моделювання в системі Компас: навч. посіб. / I.B. Серeda, Н.І. Грицина, І.І. Сукачов. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. – 146с.
2. Методичні вказівки до завдання «Побудова креслення деталі з використанням графічного пакету AutoCad»/ А.М. Краснокутський, В.В. Торяник та ін. - Харків: ХДПУ, 1998. -24с.
3. Боголюбов С.К. Індивідуальні завдання з курсу креслення: навчальний посіб. для середніх спеціальних навчальних закладів. – М.: ТОВ ВД «Альянс», 2007. – 368 с.

## **ЗМІСТ**

### **ВСТУП**

#### **1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ МОДЕЛІ**

#### **2. ОСНОВНІ ГЕОМЕТРИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ**

#### **3. ПОРЯДОК ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Додаток 1. Лабораторна робота 1 «ДЕТАЛЬ-Витискання»

Додаток 2. Лабораторна робота 2 «ДЕТАЛЬ-Обертання»

Додаток 3. Лабораторна робота 3 «ДЕТАЛЬ-Корпус»

Список літератури



Навчальне видання

Побудова об'ємної моделі  
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни  
"Геометричне моделювання в конструюванні технічних об'єктів"  
для студентів спеціальностей «Комп'ютерні науки»

Укладачі:       БЕРЕЖНИЙ Віталій Олександрович  
                      СІВАК Єлизавета Михайлівна  
                      МАТЮШЕНКО Микола Васильович

Відповідальний за випуск *проф. Шоман О.В.*  
В авторській редакції

План 2018 р., поз. 363

Підп. до друку                      р. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.  
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк.   . Наклад    пр.  
Зам. №   . Ціна договірна

---

Видавець  
Видавничий центр НТУ «ХП»  
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

Свідectво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

---

Виготовлювач